



ÖREBRO  
UNIVERSITET

## ÖVNINGSTENTAMEN DEL 1

### Våg- och materiefysik för civilingenjörer

**FY501G-0100**

2017-XX-XX, kl. 08:15–13:15

---

**Hjälpmedel:** Skrivmateriel, lärobok<sup>1</sup> och miniräknare.

**Betygskriterier:** Skrivningens maxpoäng är 60. Samtliga deluppgifter kan ge 2 poäng och bedöms utifrån kriterier för *kunskap och förståelse*; *färdighet, förmåga och värderingsförmåga*; samt *skriftlig avrapportering*. För betyg 3/4/5 räcker det med 4 poäng inom vart och ett av områdena *vågrörelselära*, *elektromagnetism*, *kvantmekanik* och *materiens struktur* samt 30/40/50 poäng totalt. Detaljerna framgår av separat dokument publicerat på Blackboard.

**Anvisningar:** Motivera väl med sidhänvisningar och formelnummer från läroboken, redovisa alla väsentliga steg, rita tydliga figurer och svara med rätt enhet. Redovisa inte mer än en huvuduppgift per blad och lämna in i uppgiftsordning.

**Skrivningsresultat:** Meddelas inom 15 arbetsdagar.

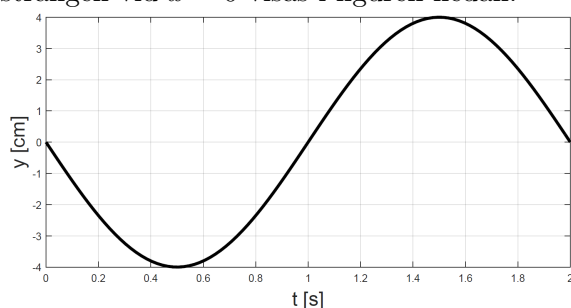
**Examinator:** Magnus Ögren.

**Lycka till!**

---

1.

För en speciell transversell stående våg på en sträng är en av bukarna (*antinode*) vid  $x = 0$  och den nästföljande buken är vid  $x = 0.10$  m. Elongationen  $y(t)$  för delen av strängen vid  $x = 0$  visas i figuren nedan:



För tiden  $t = 0.50$  s,

a) vad är elongationen för strängen vid  $x = 0.20$  m?

b) vad är elongationen för strängen vid  $x = 0.30$  m?

Vad är den transversella hastigheten för strängen vid  $x = 0.20$  m och:

c) tiden  $t = 0.50$  s?

d) tiden  $t = 1.0$  s?

e) Skissera nu den stående vågen för tiden  $t = 0.50$  s för området  $0 \leq x \leq 0.40$  m.

---

<sup>1</sup> *Principles of Physics* 10.th ed. Halliday, Resnick, Walker

2. I nedanstående tabell anges ljudnivån för några olika situationer:

**Ljudnivåer**

Ungefärliga värden på några olika ljudnivåer:

Viskning	30 dB
Vanligt samtal	60 dB
Rockkonsert	100 dB
Jetmotor på 100 m avstånd	120 dB

- Vad är förhållandet mellan intensiteten uttryckt i  $\text{W/m}^2$  vid vanliga samtal och musiken vid en rockkonsert?
- Ange ljudnivån vid hörbarhetsgränsen, där intensiteten är  $10^{-12} \text{ W/m}^2$ .
- Hur många dB ökar ljudnivån hos ett ljud om dess intensitet fördubblas, tex om två identiska högtalare används istället för en?

På wikipedia kan man finna följande approximativa formel för ljudhastighetens temperaturberoende (vid normalt tryck och låg luftfuktighet):

$$v = 331.3 + 0.606\nu \text{ m/s}, \quad (1)$$

där  $\nu$  anger temperaturen i grader Celcius ( $^{\circ}\text{C}$ ).

- Vad blir ljudhastigheten enligt (1) för rumstemperatur  $\nu = 20.0^{\circ} \text{C}$ ?

Du skall nu kontrollera rimligheten i formeln från wikipedia. Utgående från den ideala gaslagen

$$pV = Nk_B T, \quad (2)$$

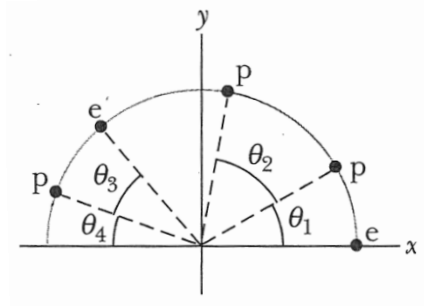
kan ett uttryck för  $\frac{\partial p}{\partial V}$  tas fram. Använd detta uttryck i definitionen för  $B = -V \frac{\partial p}{\partial V}$  (*bulk modulus*) i följande formel för ljudets hastighet

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}, \quad (3)$$

samt utgå ifrån att formel (1) är riktig för  $\nu = 0$ .

- Vad blir då ljudhastigheten enligt dig för rumstemperatur  $\nu = 20.0^{\circ} \text{C}$ ?

3. Figuren nedan visar ett antal osymmetriskt placerade elektroner (e) och protoner (p) på en cirkelbåge med radien  $r = 2.50$  cm, med följande vinklar  $\theta_1 = 30.0^\circ$ ,  $\theta_2 = 50.0^\circ$ ,  $\theta_3 = 30.0^\circ$  och  $\theta_4 = 20.0^\circ$ :

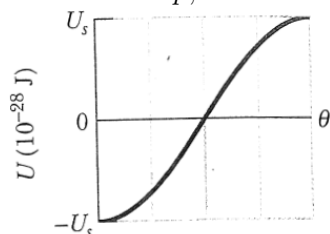


a) Vad är styrkan och riktningen (relativt den positiva  $x$ -axeln) av det elektriska fältet i centrum av cirkelbågen?

Anta nu att samma cirkelbåge är belagd med en kontinuerlig (negativ) laddningsfördelning enligt  $\lambda(\theta) = -3.77 \cdot 10^{-15} \cdot \sin(\theta)$  C/m ( $\theta$  definieras som i enhetscirkeln).

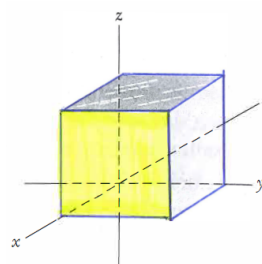
b) Vad är styrkan och riktningen (relativt den positiva  $x$ -axeln) av det elektriska fältet i centrum av cirkelbågen?

En elektrisk dipol placeras i ett elektriskt fält  $\vec{E}$  med styrkan 50 N/C. Figuren nedan visar den potentiella energin  $U$  för dipolen som funktion av vinkeln  $\theta$  mellan  $\vec{E}$  och dipolsmomentet  $\vec{p}$ , där skalan på den vertikala axeln bestäms av  $U_s = 100 \cdot 10^{-28}$  J:



c) Vad är styrkan för dipolsmomentet  $|\vec{p}|$ .

För kuben i figuren nedan gäller att det elektriska fältet är parallellt med  $z$ -axeln:



På den översta ytan är det elektriska fältet  $\vec{E} = -34\vec{e}_z$  N/C, emedan det vid den undre bottenytan är  $\vec{E} = 20\vec{e}_z$  N/C. Kubens sidlängd är 4.0 cm.

**d)** Bestäm den totala elektriska laddningen inuti kuben.

Vi betraktar nu samma kub som i **d)** men med (endast) ett magnetisk fält parallellt med  $z$ -axeln. På den översta ytan är det magnetiska fältet  $\vec{B} = -34\vec{e}_z$  mT,

**e)** vad är det magnetiska fältet vid den undre bottenytan?

**4.**

**5.**

**6.**